

# 안산천에서 이탈리아 라이그라스 혼파조합이 사초생산성과 토양 특성에 미치는 영향

김종덕<sup>1</sup> · 고기환<sup>2\*</sup> · 권찬호<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>천안연암대학 축산계열, <sup>2</sup>계명문화대학교 골프코스 원예학부, <sup>3</sup>경북대학교 축산대학

## Effect of Italian Ryegrass Mixtures on Forage Production and Soil Characteristics in Dry Riverbed of Ansancheon

Jong Duk Kim<sup>1</sup>, Ki Hwan Ko<sup>2</sup> and Chan Ho Kwon<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>Division of Animal Husbandry, Cheonan Yonam College, Sunghwan, Cheonan-Si 330-709, Korea,

<sup>2</sup>Department of Golf Course and Horticulture, Keimyung College University, Daegu 704-703, Korea,

<sup>3</sup>College of Animal Science, Kyungpook National University, Sangji 742-711, Korea

### ABSTRACT

This experiment was carried out to order to determine the forage production and soil characteristics in mixtures of Italian ryegrass (IRG) and annual legumes at the riverbed. The IRG and hairy vetch mixture had the highest in fresh, dry matter (DM) as well as total digestible nutrients (TDN) yields among the forage mixtures. Further IRG and hairy vetch mixture had the highest in DM content. The crude protein (CP) content of IRG and hairy vetch mixture was the highest, Whereas non-fiber carbohydrate (NFC) and TDN contents were lower compared to other mixtures. The total nitrogen (TN) of IRG and hairy vetch mixture was the highest due to high nitrogen fixation in the riverbed soil. The IRG and rape mixture was the highest in organic matter (OM) of soil. Moreover, the available P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> of soil in IRG and crimson clover mixtures was higher compared to other mixtures. Further, the IRG and hairy vetch mixture was the highest in cation exchange capacity (CEC) content. Therefore IRG and hairy vetch mixture is more suitable in forage mixtures due to high forage production and protein as well as high soil CEC content at the riverbed.

(Key words : Italian ryegrass, Mixtures, Forage production, Soil characteristics, Riverbed)

### I. 서 론

우리나라는 논과 밭의 농지 임차료가 높고, 기계화 작업이 가능한 대단위 농경지의 확보가 어려운 실정이다. 반면 휴경지와 유휴지 면적은 증가하고 있다. 따라서 유·휴농지, 간척지, 하천부지 등을 활용한 조사료 생산기반 확충이 필요하다. 특히 하천부지에서 사료작물 재배는 조사료 생산, 하천 정화기능은 물론 토양유실 방지, 자연환경보호 등의 기능도 할 수 있다. 하천부지에서 조사료 생산체계 구축은 첫째 친환경적인 하천 정비에 참고할 자료를 제공할 수 있으며, 둘째는 하천의 질소와 인 절감에 의한 정화기능, 하천유실 방지, 자연경관 유지 보전에 기여할 수 있으며, 셋째는 하천부지에서 조사료 생산에 의한 축산농가의 생산비 절감과 수입조사료 대체 효과가 있다. 특히 하천은

지역에 따라 도시형 하천과 농촌형 하천으로 구분할 수 있다. 도시형 하천은 지역주민의 휴식공간, 놀이공간, 레크리에이션 공간으로 많이 활용하고 있다. 반면 농촌형 하천은 작물을 생산하는 기능을 한다.

하천부지에서 사료작물과 경관작물로 이용할 수 있는 작물에는 화본과작물은 보리, 귀리, 이탈리아 라이그라스가 있으며, 두과작물은 크림슨 클로버, 헤어리베치가 있으며, 십자화과 작물은 유채가 있다(RDA, 2005).

최근 국제 곡물가에 대응하기 위한 정부의 확고한 조사료 정책과 농민들의 의지에 힘입어 사료작물 재배면적은 크게 증가하고 있으며, 특히 이탈리아 라이그라스(*Italian ryegrass, Lolium multiflorum* Lam.), 보리, 호밀 등 동계 사료작물을 중심으로 양질의 조사료 자급은 점차 정착이 되고 있다(MIFAFF, 2011).

\* Corresponding author : Chan Ho Kwon, College of Animal Science, Kyungpook National University, Sangjoo 742-711, Korea

최근 이탈리아 라이그라스의 재배가 크게 활성화 되면서 재배면적은 2011년도에는 60천ha 이상으로(MIFAFF, 2011) 국내 월동 사료작물 면적과 생산량의 40% 이상을 점유하고 있으며, 이는 우리 환경에 맞는 품종개발과 함께 높은 사료가치와 가축 기호성 및 사료화 기술이 원인이다(Choi et al., 2011, Seo, 2009; Seo et al., 2013)

헤어리베치는 벼치류 중에서 내한성이 강하고 일반 두과 작물에 비해 산성토양에 적응성이 높고 배수 불량에서도 잘 자란다(RDA, 2005). 이러한 특성으로 인하여 2010년에는 종자 수입량이 1,300톤에 이르렀다(Shin and Go, 2011). 또한 단백질 함량이 많은 헤어리베치는 덩굴성이라 호밀 또는 귀리와 혼파시험(Jo et al, 2008; Kim et al., 2002a; 2002b), 녹비작물(Seo et al., 2000)과 질소고정에 의한 비료 절감(NICS, 2010) 효과를 규명하였으나 이탈리아 라이그라스와 혼파시험은 미흡한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 도시형 하천의 기능을 증가시킬 목적으로 경관작물로 이용할 수 있는 꽃이 아름다운 두과 사료작물을 조합하여 경관과 사료작물 생산의 2가지 목적에 부합하는 조합을 선발하고자 실시하였다. 특히 본 시험에서는 계절적으로 건기인 가을에서 봄에 재배이용 할 수 있는 이탈리아 라이그라스와의 혼파조합에 따른 사초생산성과 토양의 특성을 비교하여 사료작물의 생산성과 하천정화기능을 구명하고자 실시하였다.

## II. 재료 및 방법

본 시험은 하천부지에서 이탈리아 라이그라스의 혼파조합을 달리하였을 때 사초생산성과 토양의 이화학적 특성을 구명하기 위하여 2009년 10월 8일부터 2010년 5월 18일까지 경기도 안산시 소재 안산천에서 수행하였다. 본 시험에 공시한 초종은 모두 동계작물로 이탈리아 라이그라스

(Italian ryegrass, *Lolium multiflorum* Lam.), 유채(forage rape, *Brassica napus* L.), 크림손 클로버(crimson clover, *Trifolium incarnatum* L.) 및 헤어리베치(hairy vetch, *Vicia villosa* Roth)를 이용하였다.

본 시험은 이탈리아 라이그라스와 혼파조합을 달리하여 4처리 3반복의 난피법 배치로 실시하였으며, 시험구 면적은 6 m<sup>2</sup>(1.5×4 m)로 하였다. 시험의 처리구는 이탈리아 라이그라스 단파, 이탈리아 라이그라스와 크림손 클로버의 혼파조합, 이탈리아 라이그라스와 유채의 혼파조합, 이탈리아 라이그라스와 헤어리베치의 혼파조합을 두었다. 이탈리아 라이그라스와 혼파조합에 이용된 초종은 표준시비량의 70%와 30%를 각각 사용하였다. 작물의 시비는 하천부지 사료작물 재배 기준에 따라 퇴비와 화학비료를 사용하지 않았다.

시험지역의 기상청 자료가 없어 인근지역인 수원 지역의 자료를 보면 평균온도는 시험기간과 예년에는 차이가 없었으나 강수량은 예년(128.8 mm)에 비하여 시험기간(144.4 mm)이 15.6 mm가 많았다(Table 1).

내병성 및 내도복성은 수확시기에 1에서 9까지 점수를 주어 아주 강한 경우는 1로 하고, 아주 약한 경우는 9로 점수를 매겨서 조사하였다.

건물물, 건물수량 및 품질을 비교하기 위하여 수확 시에 시험구당 약 1,000 g의 시료를 채취하여 65℃의 순환식 열풍건조기에서 5일간 건조하였다. 시료는 20 mesh 표준체를 장착한 Wiley Mill로 분쇄하였다.

Neutral detergent fiber(NDF) 및 acid detergent fiber(ADF)는 Goering 및 Van Soest 방법(1970)으로 분석하였다. 조지방(ether extract, EE), 조회분(crude ash, CA) 및 조단백질(crude protein, CP) 분석은 AOAC법(1990)에 의거하여 분석하였다. 비섬유성탄수화물(non-fiber carbohydrate, NFC) 함량은  $NFC = 100 - (NDF\% + CP\% + EE\% + CA\%)$ 의 식에 의하여 계산하였다(Kim et al., 2009).

Table 1. Mean temperature and precipitation at Suwon, 2009 to 2010

Month	Temperature (°C)		Precipitation (mm)	
	2009~2010	Normal	2009~2010	Normal
October	15.7	13.4	21.5	9.3
November	6.9	6.1	47.0	29.8
December	-0.7	1.0	9.2	14.6
January	-4.4	-3.2	11.2	7.8
February	1.4	-1.0	18.5	14.2
March	4.6	4.5	16.5	15.2
April	9.6	11.2	20.5	37.9
Mean	4.7	4.5	Sum	144.4
				128.8

가소화영양소총량(total digestible nutrients, TDN)은 건물 소화율과 높은 상관관계를 가진다는 점에 근거하여 ADF의 분석치에 의한 계산식  $TDN = 88.9 - (0.79 \times ADF\%)$ 에 의하여 산출하였다(Holland et al., 1990).

토양의 이화학적 특성을 조사하기 위하여 작물 수확 후에 0~20 cm 깊이에서 채취하였으며, 농촌진흥청 농업과학원 연구조사 분석기준(RDA, 2003)에 의거하여 pH, 전질소(total nitrogen, TN), 유기물, 유효인산, 치환성 양이온(K, Ca 및 Mg) 및 cation exchange capacity(CEC) 함량을 분석하였다. 토양의 pH는 이온전극법으로 토양과 물의 비율을 1:5로 하여 pH Meter(NeoMe+pH220L, HY technology, Korea)로 측정하였다. 토양 TN의 분석방법은 진한 황산에 촉매제를 가하여 분해한 후 습식산화과정인 Kjeldahl법으로 분석하였다. 토양의 유기물 측정은 Tyurin법으로 일정량의 토양에 OM-1 시약을 첨가하여 유기물을 산화시키는 단계와 산화촉진제인 OM-2 시약을 첨가하여 반응을 촉진하여 유기물을 분해하여 토양분석 전용 정밀분광광도계(Soiltek KA-P; Hanson Technology, Korea)로 분석하였다. 토양의 유효인산은 Lancaster법, 치환성 양이온(K, Ca 및 Mg)은 1N ammonium acetate로 침출한 후 ICP(Inductively Coupled Plasma: VISA-MPX ICP-OES; Varian, USA)로 분석하였다.

통계처리는 SAS(2000) package program(SAS version 8.01, NC, USA)을 이용하여 실시하였으며, 처리평균간 비교는 최소유의차 검정(least significant difference test)로 유의수준 95% 수준에서 검정하였다.

### III. 결과 및 고찰

#### 1. 생육특성 및 생산성

안산천에서 이탈리아 라이그라스 혼파조합의 사초 생산

성은 Table 2에서 보는 바와 같다. 내도복성과 내병성은 처리간에 차이가 없었으나, 초장은 크림슨 클로버 혼파조합이 다른 처리구보다 작았다. 이탈리아 라이그라스와 두과작물의 혼파조합의 건물물은 단파보다 혼파조합의 건물물이 높았다. 반면 Kim et al.(2002b)의 보고에 의하면 호밀의 건물물은 헤어리베치와 혼파할 경우 감소하여 본 연구와 상반된 결과를 보였다.

안산천 하천부지에서는 이탈리아 라이그라스의 혼파조합 중에서는 이탈리아 라이그라스와 헤어리베치의 혼파조합이 다른 조합보다 생초, 건물 및 TDN 수량이 가장 많았으나 처리간의 통계적인 유의성은 없었다. 이탈리아 라이그라스 수확 시 건물물도 헤어리베치 조합이 가장 높았다( $p < 0.05$ ). 반면 사료작물포에서 적정시비를 한 Kim et al. (2002b) 및 Jo(2012)의 시험에서는 단파가 혼파보다 생초, 건물 및 TDN 수량이 많아 본 시험과 상반된 결과를 보였다. 이는 본 시험은 하천부지의 재배이용의 특성상 비료를 사용하지 않은 반면 다른 시험은 사료작물포에서 적정시비를 하여 시험한 것이 원인으로 판단된다.

Kim et al.(2005)은 남부지방의 사료작물포에서 유채와 동계사료작물과 혼파할 경우 질소 시비가 필요하다고 하였다. 질소를 사용하지 않은 하천부지에서 유채 혼파조합은 사료 생산성을 기대하기 어려울 것으로 판단된다.

따라서 비료를 시비하지 않고 사료작물을 재배하는 하천부지에서 두과작물의 혼파조합이 생산성 향상에 기여하는 것으로 판단되었다.

#### 2. 사료가치

혼파조합의 사료가치는 Table 3에서 보는 바와 같이 조지방 함량을 제외하고는 모든 성분에서 처리간의 유의적인 차이가 있었다( $p < 0.05$ ). 조단백질 함량은 헤어리 베치 조합

Table 2. Effect of Italian ryegrass mixtures on the forage production in the riverbed of Ansancheon

Treatment	LOG RIS	DIS RIS	Plant height ... cm ...	Dry matter ... % ...	Yield		
					Fresh	DM	TDN
					kg/ha		
Italian ryegrass (IRG)	2	1	115	22.1	22,100	4,886	2,793
IRG + Crimson clover	3	1	105	23.9	24,388	5,822	3,247
IRG + Rape	2	1	114	23.3	24,916	5,798	3,222
IRG + Hairy vetch	2	1	114	27.4	24,806	6,811	3,498
Mean	2	1	112	24.2	24,053	5,829	3,190
LSD (0.05)				0.84	NS	NS	NS

LOGRIS = lodging resistance, DISRIS = disease resistance, DM = dry matter, TDN = total digestible nutrients.

Table 3. Effect of Italian ryegrass mixtures on the forage quality in the riverbed of Ansancheon

Treatment	CP	EE	CA	NDF	ADF	TDN	NFC
	..... % .....						
Italian ryegrass (IRG)	8.11	2.48	10.18	55.94	42.14	56.19	23.29
IRG + Crimson clover	10.24	2.10	10.83	55.27	42.87	55.87	21.55
IRG + Rape	8.35	2.76	9.53	51.97	43.33	55.57	27.39
IRG + Hairy vetch	15.02	2.64	10.13	56.41	47.60	51.30	15.79
Mean	10.43	2.50	10.13	54.90	43.56	54.98	22.01
LSD (0.05)	1.66	NS	0.88	1.72	1.80	2.35	1.77

CP = crude protein, EE = ether extract, CA = crude ash, NDF = neutral detergent fiber, ADF = acid detergent fiber, TDN = total digestible nutrients, NFC = non-fiber carbohydrate.

이 높았으며, 비섬유성탄수화물(NFC) 함량은 유채 조합이 가장 높았다 ( $P<0.05$ ).

남부지방에서 동계사료작물이 호밀, 귀리, 보리 및 이탈리아 라이그라스와 유채의 혼파조합에서 이탈리아 라이그라스와 유채 조합이 다른 조합보다 조단백질 함량과 TDN 함량은 증가하고 ADF 및 NDF 함량은 감소하여 가장 좋은 조합이라고 하였다(Kim et al., 2005). 또한 Kim et al. (2002b)은 시험에서 호밀과 헤어리베치의 혼파조합에 의하여 조단백질이 증가하고 건물소화율과 TDN 함량이 증가하였다. 반면 Jo(2012)의 시험에서는 보리와 호밀을 헤어리베치와 사료용 완두를 혼파한 경우 조단백질 함량은 증가하였으나, ADF, NDF 및 TDN 함량은 초종에 따라 차이가 있었다. 따라서 사료가치 측면에서 평가해 볼 때 조단백질을 제외한 다른 영양소의 향상은 기대하기 어려울 것으로 판단되었다. 또한 다른 연구결과와 마찬가지로 사료작물의 평가는 사료의 품질과 생산성을 같이 평가할 수 있는 TDN 수량과 단백질 함량을 평가해 볼 때 비료를 사용하지 않는 하천부지에서는 화분과와 두과 사료작물을 혼파하여 이용하는 것이 좋을 것으로 판단되었다.

### 3. 오염물질 제거효과

본 시험 기간 동안 일체의 시비를 하지 않았고 종자만 파종하였으므로 조사료로서 수확하여 제거된 영양소만큼은 오염물질 제거의 효과이다. 하천부지 내의 유기물은 수확하지 않으면 하천내부에 영양원으로 남게 되는 반면, 조사료 생산을 하게 되면 수확한 전량이 하천외부로 나가게 된다. 이 유기물 속에는 질소와 인이 포함되어 있는데 생산량이 많을수록, 성분함량이 높을수록 제거되는 오염원의 양은 증가한다(Kim et al., 2013). 하천에서의 오염물질은

유기물, 질소, 인이 대표적이며, Table 4는 조사료 수확으로 하천 내에서 외부로 제거된 오염물질의 양이다.

시험포장에서 성장한 유기물을 전량 조사료로 활용할 경우 조사료 재배지에서 생산된 유기물은 전량 하천 밖으로 반출된다. 하천부지에서 생산한 이탈리아 라이그라스 혼파조합의 평균 유기물 함량은 89.73%이며, ha당 생산량은 5,215.9 kg이었으며, 처리별로는 헤어리베치 혼파구가 6,121.0 kg/ha로 가장 많이 제거하였다( $p<0.05$ ). 질소 함량과 질소 제거량은 각각 1.64%와 98.0 kg/ha이었으며, 헤어리베치 혼파구의 경우 타 처리구의 2배 이상 수준인 163.4 kg/ha의 질소를 제거하였다( $p<0.05$ ). 헤어리베치의 경우 질소 고정능력이 있으므로 순제거량은 이보다 낮을 것으로 판단되나 이탈리아 라이그라스의 생산량이 증가한 것으로 미루어 질소 제거량도 증가한 것으로 판단된다.

Seo et al.(2000)은 헤어리베치의 지상부와 지하부의 질소 공급에 대한 시험결과 지상부는 172 kgN/ha를 공급할 수 있는 반면 지하부는 16 kgN/ha로 매우 낮다고 하였다. 따라서 두과작물의 혼파는 지하부의 질소고정에 의한 토양개량보다는 지상부의 질소고정이 효과가 있는 것을 판단할 수 있다. 특히 하천부지에서 혼파사료작물의 이용은 지하부에 오염된 질소를 이용하고 지상부의 질소고정에 의하여 사료작물을 생산하는 것은 1석2조의 효과를 높일 수 있을 것으로 판단되었다.

이탈리안 라이그라스의 평균 인산 함량 및 제거량은 각각 0.34% 및 18.3 kg/ha이었으며, 헤어리베치 혼파구의 경우 타 혼파구에 비해 유의적으로 높은 25.4 kg/ha의 인산을 제거하였다( $p<0.05$ ). 인산의 경우 순제거량이다. 하천의 부영양화를 방지하는데 가장 중요한 것이 인산을 통제하는 것임을 고려할 때 조사료 재배는 하천의 수질정화에 기여하는 바가 크다고 할 수 있다.

Table 4. Effect of Italian ryegrass mixtures on the removal of a pollutant in the dry riverbed of Ansancheon

Treatment	Organic matter		Total nitrogen		Total phosphorous	
	Content	Yield	Content	Yield	Content	Yield
	... % ...	... kg/ha ...	... % ...	... kg/ha ...	... % ...	... kg/ha ...
Italian ryegrass (IRG)	89.82	4,388.5	1.30	63.4	0.35	17.3
IRG + Crimson clover	89.17	5,191.6	1.57	95.4	0.33	18.6
IRG + Rape	90.47	5,245.1	1.34	77.4	0.32	18.6
IRG + Hairy vetch	89.87	6,121.0	2.40	163.7	0.37	25.4
Mean	89.73	5,215.9	1.64	98.0	0.34	18.3
LSD (0.05)	0.88	697.6	0.27	23.1	0.04	3.6

#### 4. 토양성분

반면 이탈리아 라이그라스 혼파조합의 토양특성은 Table 5에서 보는 바와 같다. 질소 고정능력이 우수한 헤어리베치 조합이 다른 조합보다 토양의 전질소(TN) 함량이 높았다. Kim et al.(2013b)의 시험에 의하면 단파보다 헤어리베치 혼파조합이 토양의 질소함량에 기여하여 혼파할 경우 질소 시비를 줄여야 한다고 보고하였다. 따라서 비료를 사용하지 않은 하천부지에서는 혼파가 단파보다 유리하여 특히 두과목초의 혼파가 효과가 좋을 것으로 판단되었다.

토양의 유기물 함량은 유채 조합이 가장 높았으나 통계적인 유의성은 없었다. 반면 토양의 유효인산 함량은 크림손 클로버 조합이 높았다. 이는 크림손 클로버 조합이 다른 조합에 비하여 인 제거가 덜 된 것으로 여겨진다.

토양의 CEC 함량은 이탈리아 라이그라스와 헤어리베치

조합이 다른 처리구보다 우수하였다( $p < 0.05$ ). 이는 Table 2에서 언급한 바와 같이 헤어리베치 조합이 다른 처리구에 비하여 지상부의 수량이 많은 것을 볼 때 지하부의 토양환경을 많이 개선한 것으로 판단된다.

이상의 결과를 종합해 볼 때 하천부지에서 경관작물로 조사료를 재배하는 것은 경관 개선에 기여하였으나 하천부지 관리지침에 따라 시비를 하지 않고 겨울철 작물로 이탈리아 라이그라스 등 사료작물을 생산할 경우 생산성이 낮아 경제성이 없었다. 이탈리아 라이그라스와 헤어리베치를 혼파 할 경우 헤어리베치의 질소고정으로 인하여 지상부의 사초생산성이 증가하여 경제성이 증가하였으며, 지상부의 생산량 증가에 의하여 토양 중의 질소와 인을 흡수하여 하천부지의 인산을 제거하여 하천의 수질개선에 기여할 것으로 판단되었다.

Table 5. Effect of Italian ryegrass mixtures on the soil characteristics in the riverbed of Ansancheon

Treatment	pH	TN	OM	Avail. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Exchangeable cation			CEC
					K	Ca	Mg	
					..... cmol <sup>+</sup> /kg .....			
Italian ryegrass (IRG)	6.62	0.15	4.45	43	0.29	44.32	4.35	15.38
IRG + Crimson clover	5.53	0.17	4.67	97	0.36	10.41	4.34	17.48
IRG + Rape	6.43	0.15	5.74	68	0.34	12.75	4.19	16.13
IRG + Hairy vetch	6.27	0.18	4.89	66	0.33	34.22	3.79	17.82
Mean	6.21	0.16	4.94	68	0.33	24.68	4.17	16.71
LSD (0.05)	0.52	NS	NS	14	NS	12.26	NS	1.83

TN = total nitrogen, OM = organic matter, CEC = cation exchange capacity.

#### IV. 요약

하천부지에서 이탈리아 라이그라스(IRG)와 월년생 두과 작물을 혼파하여 사초 생산성과 토양 특성을 조사하였다. 안산천 하천부지에서는 이탈리아 라이그라스와 헤어리베치의 혼파조합이 다른 조합보다 생초, 건물 및 수량이 가장 많았다. 이탈리아 혼파조합의 수확 시 건물물도 헤어리베치 조합이 가장 높았다. 혼파조합의 사료가치 비교에서 헤어리베치 조합이 조단백질 함량은 높았으나 TDN 및 비섬유성탄수화물(NFC) 함량은 다른 처리구에 비하여 낮았다. 따라서 질소 고정능력이 우수한 헤어리베치 조합이 다른 조합보다 토양의 전질소(TN) 함량이 높았다. 반면 토양의 유기물 함량은 유채 조합이 가장 높았으며, 토양의 유효인산 함량은 크립손 클로버 조합이 높았다. 토양의 CEC 함량은 이탈리아 라이그라스와 헤어리베치 조합은 우수하였다. 이상의 결과를 종합해 볼 때 비료를 사용하지 못하는 하천변에서 월동 사료작물을 재배할 때 이탈리아 라이그라스와 헤어리베치의 혼파조합이 다른 혼파조합보다 사초생산성이 높아 토양의 질소와 인 제거에 의한 하천 수질 개선에 효과가 좋은 것으로 판단되었다.

#### V. 사사

본 연구는 2012년도 농림수산식품기술기획평가원(iPET)의 재원으로 첨단생산기술개발사업(과제번호: 312043-03-1-HD030)의 지원을 받아 수행되었다.

#### VI. REFERENCES

- AOAC. 1990. Official method of analysis. 15th ed. Washington, DC.
- Choi, G.J., Lim, Y.C., Ji, H.J., Lee, S.H., Lee, K.W., Kim, D.K. Seo, S. and Kim, K.Y. 2011. Change in dry matter yields and feed values of Italian ryegrass, Hwasan 101, at different growth stages. *J. Korean Grassl. Sci.* 31:107-112.
- Goering, H.K., and Van Soest, P.J. 1970. Forage fiber analysis. *Agric. Handbook 379*, U. S. Gov. Print. Office, Washington, DC.
- Holland, C., Kezar, W., Kautz, W.P., Lazowski, E.J., Mahanna, W.C. and Reinhart, R. 1990. Pioneer Hi-Bred International, Inc., Des Moines, IA.
- Jo, I.H. 2012. Evaluation of carrying capacity for Hanwoo heifers when fed whole crop barley and rye as influenced by organic fertilizer application and mixed sowing with legumes. *J. Kor. Grassl. Forage Sci.* 32(3):117-124.
- Jo, I.H., Yun, Y.B., Park, W.R., Hwangbo, S., Lee, S.H. and Lee, J.S. 2008. The effect of application of cattle slurry and chemical fertilizer on productivity of rye and hairy vetch by singel or mixed sowing. *J. Kor. Grassl. Forage Sci.* 28(4):323-330.
- Kim, J.D., Kwon, C.H., Kim, J.G., Kim, C.H., Nohn, H.G., Yoon, Y.M. and Lee, J.K. 2009. Production and Utilization of forage. Shinkwang Publishing.
- Kim, J.G., Chung, E.S., Seo, S., Kim, M.J., Chang, Y.S. and Chung, B.C. 2005. Effect of nitrogen fertilizer level an mixture of small grain and forage rape on productivity and quality for spring at south region in Korea. *J. Korean Grassl. Sci.* 25(3):143-150.
- Kim, J.G., Chung, E.S., Yoon, S.H., Seo, S., Seo, J.H., Park, G.J. and Kim, C.K. 2002a. Studies on the quality and productivity improvement by mixed sowing of oat-hairy vetch. *J. Korean Grassl. Sci.* 22(1):31-36.
- Kim, J.G., Yoon, S.H., Chung, E.S., Lim, Y.C., Seo, S., Seo, J.H. and Kim, S.J. 2002b. Effect of seeding method and mixing ratio on the quality and productivity of rye-hairy vetch mixture. *J. Kor. Grassl. Forage Sci.* 22(4):223-240.
- MIFAFF. 2011. Forage production and utilization for animal production, Ministry Food, Agriculture, Forest and Fisherise.
- NICS. 2010. Utilization and technology of hairy vetch. National Institute of Crop Science, RDA(Rural Development Administration).
- RDA. 2003. Investigation and analysis of research and technology in agriculture. RDA(Rural Development Administration).
- RDA. 2005. Forage. RDA(Rural Development Administration).
- SAS. 2000. Statistical Analysis System ver., 8.01. SAS Institute Inc., Cary, NC.
- Seo, J.H. Lee, H.J., Hur, I.B., Kim, S.J., Kim, C.K. and Jo, H.S. 2000. Comparisons of chemical composition and forage yield among winter green manure crops. *J. Korean Grassl. Sci.* 20(3): 193-198.
- Seo, S. 2009. Development of new varieties and production of forages in Korea. *J. Korean Grassl. Sci.* 29(1):1-10.
- Shin, C.N. and Ko, K.H. 2011. Performance trial for developing high-yielding and early maturing hairy vetch (*Vicia villosa* Roth) cultivar under double cropping system. *J. Kor. Grassl. Forage Sci.* 31(3):243-250.

(Received January 17, 2014/ Revised February 28, 2014/ Accepted March 3, 2014)